الصوت

خطوةً... خطوةً

أنطونيو فيشيتّي • ماريون پويش



سمير

LE SON à petits pas © Actes Sud, France, 2011
حقوق الترجمة © سمير دار نشر 2013
سنّ الفيل، الجسر الواطي، ص. ب. 55542 بيروت، لبنان
www.samirediteur.com
ISBN 978-9953-31-473-0

طُبِعَ هذا الكتاب لدى مطابع دار الكتب – دوتس في بيروت، أيلول (سبتمبر) 2013.
جُلِّدَ لدى فؤاد البعينو للتجليد ش.م.م.

الصـــوت

خطوةً... خطوةً

أنطونيو فيشيتّي

رسوم

ماريون پْويش

ترجمَهُ منَ اللغةِ الفرنسيّةِ شربل شربل

راجعَتْهُ إليسار صانع أسمر



سمير

الصوتُ

تُحيطُ بكَ الأصواتُ دائمًا، شئْتَ ذلكَ أم أبيْتَ. وبفضلِ الأصواتِ تستطيعُ التكلّمَ معَ الأصدقاءِ، والإصغاءَ إلى الموسيقى، أو سَماعَ صوتِ سيّارةٍ قادمةٍ في الشارعِ... السمْعُ واحدةٌ منَ الحَواسِّ التي، معَ النظرِ والشمِّ واللمسِ والذوقِ، تمكّنُكَ منْ إدراكِ العالَمِ منْ حولِكَ.



تطبيقاتٌ مُتعدِّدةٌ

يُسمّى العِلمُ الذي يدرسُ الصوتَ **عِلمَ الصوتيّاتِ**. وهوَ مفيدٌ جدًّا في الكثيرِ منَ المجالاتِ: جعلِ الأبنيةِ أقلَّ ضجيجًا، وصناعةِ الآلاتِ الموسيقيّةِ، وحتّى رؤيةِ الأطفالِ قبلَ ولادتِهم!



ولادةُ مَوجةٍ

لفهمِ حقيقةِ الصوتِ بطريقةٍ أسهلَ، تخيّلْ حجرًا يقعُ في الماءِ. إنَّهُ يُحدِثُ مَوجاتٍ، وإذا كانَتْ فِلّينةٌ تطفو على السطحِ، فستعلو وتهبِطُ على إيقاعِ هذهِ المَوجاتِ.

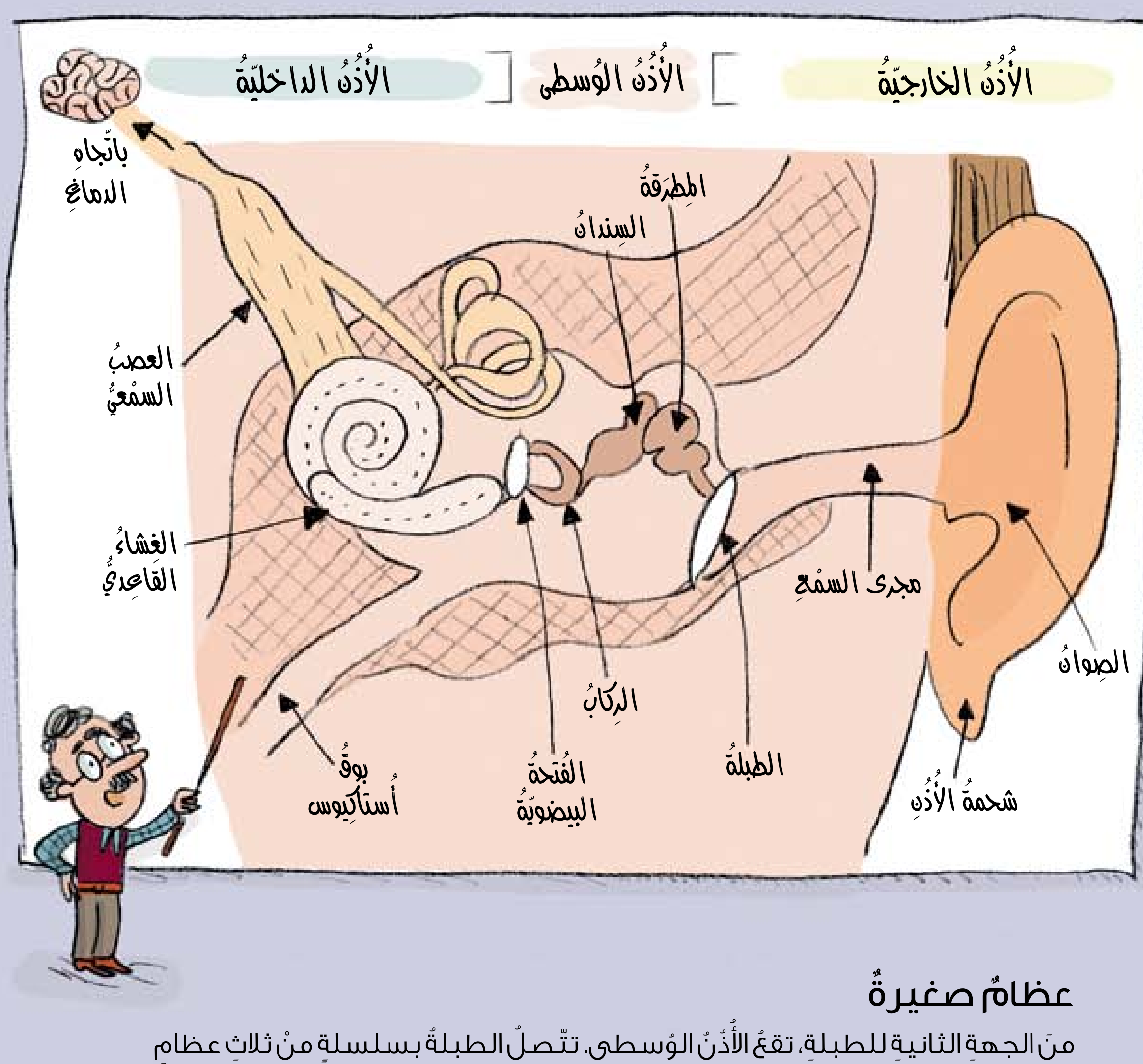
مَوجةٌ في الهواءِ

إذا تكلّمْتَ تُحدِثُ التأثيرَ نفسَهُ تقريبًا، فصوتُكَ يهزُّ الهواءَ كما يهزُّ الحجرُ الماءَ عندَما يسقطُ فيهِ. هذا يُحدِثُ نوعًا منْ مَوجاتٍ، لكنَّها غيرُ مرئيّةٍ في الهواءِ. إنَّها مَوجاتٌ صوتيّةٌ.

الأُذُنُ، كيفَ تعملُ؟

الطبلةُ

بفضلِ أُذُنَيكَ تستطيعُ أنْ تسمعَ. القسمُ الخارجُ عنِ الرأسِ يُسمّى «شحمةَ الأُذُنِ». وهوَ الذي يقودُ الصوتَ في مجرى السمْعِ. وفي العمقِ، هناكَ غِشاءٌ دقيقٌ جدًّا يُسمّى الطبلةَ. تحتَ تأثيرِ الصوتِ تهتزُّ طبلةُ الأُذُنِ، كما يهتزُّ جلدُ الطبلِ. والقسمُ الواقعُ ما بينَ شحمةِ الأُذُنِ والطبلةِ يُسمّى الأُذُنَ الخارجيّةَ، لأنّها على احتكاكٍ بالهواءِ الخارجيِّ.



عظامٌ صغيرةٌ

منَ الجهةِ الثانيةِ للطبلةِ، تقعُ الأُذُنُ الوُسطى. تتّصلُ الطبلةُ بسلسلةٍ منْ ثلاثِ عظامٍ صغيرةٍ هيَ المِطرَقةُ، والسِندانُ والرِكابُ، التي نسمّيها عُظَيماتِ الأُذُنِ. وهيَ مُتّصِلةٌ فيما بينَها وتنقلُ المَوجةَ الصوتيّةَ حتّى الفُتحةِ البيضويّةِ.

حتّى الدماغِ

بعدَ الفُتحةِ البيضويّةِ نصلُ إلى الأُذُنِ الداخليّةِ. هنالكَ، لا وجودَ للهواءِ، وإنَّما للسوائلِ التي تهتزُّ. في الداخلِ غِشاءٌ مُزوَّدٌ بألوفِ الأهدابِ الصغيرةِ: إنَّهُ الغِشاءُ القاعِديُّ. إهتزازُ هذهِ الأهدابِ يُحدِثُ إفرازاتٍ عصبيّةً، ينقلُها العصبُ السمْعيُّ إلى الدماغِ. وبهذهِ الطريقةِ تستطيعُ معرفةَ صوتِ صديقٍ، وصوتِ بوقٍ أو زقزقةِ عصفورٍ... وبالإضافةِ إلى السمْعِ، تُؤمِّنُ الأُذُنُ الداخليّةُ كذلكَ الإحساسَ بالتوازنِ، فبفضلِها تستطيعُ أنْ تبقى واقفًا.



الإحساسُ بالخطرِ

بواسطةِ العينَينِ تستطيعُ فقطْ، أنْ ترى ما يجري أمامَكَ. ولكنْ، بواسطةِ الأُذُنَينِ تستطيعُ أنْ تسمعَ أصواتًا صادرةً منْ جميعِ الجهاتِ. إذا أتَتْ درّاجةٌ منَ الخَلفِ، فسينبّهُكَ صوتُ جرسِها. وإذا ضِعْتَ في غابةٍ، فستصرخُ لإنذارِ رفقائِكَ. الصوتُ نافعٌ خصوصًا عندَما يحدقُ بكَ خطرٌ ما.

لماذا أُذُنانِ اثنتانِ؟

لماذا لنا أُذُنانِ اثنتانِ وليسَ واحدةٌ فقطْ؟ قدْ نبدو بأُذُنٍ واحدةٍ أشبهَ بالمخلوقاتِ الفضائيّةِ. هذا صحيحٌ، ولكنَّهُ ليسَ بحُجّةٍ كافيةٍ... نحنُ بحاجةٍ إلى اثنتَينِ لمعرفةِ مصدرِ الصوتِ. فإذا أتى منْ جهةِ اليسارِ، مثلًا، فإنَّهُ يصلُ إلى أُذُنِكَ اليُسرى قبلَ وصولِهِ إلى اليُمنى بقليلٍ، وأقوى بقليلٍ. يحلّلُ الدماغُ الفرقَ بينَ الأُذُنَينِ، وهكذا تعلمُ أنَّ الصوتَ آتٍ منَ اليسارِ (والعكسُ بالعكسِ، إذا أتى الصوتُ منَ اليمينِ). معَ أُذُنٍ واحدةٍ سيكونُ الأمرُ أصعبَ.



ظَواهرُ أساسيّةٌ

إذا أسندْتَ أُذُنَكَ إلى حائطِ غرفتِكَ فستسمعُ أصواتَ جيرانِكَ بوضوحٍ. وهذا ما يُثبِتُ أنَّ الصوتَ ينتقلُ في الباطونِ. في المَسبَحِ، إذا وضعْتَ رأسَكَ تحتَ الماءِ، فستسمعُ كذلكَ أصواتًا تنتشرُ. ليسَ الصوتُ في الهواءِ وحسبُ، بلْ في جميعِ الأوساطِ المادّيّةِ.

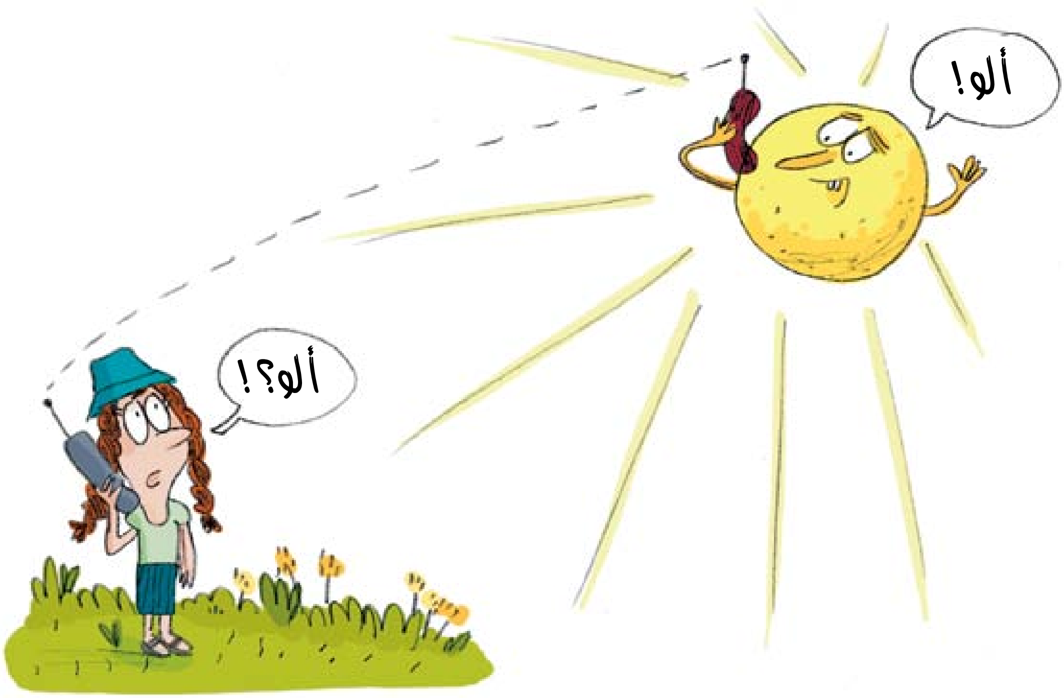
الفضاءُ أخرسُ

المكانُ الوحيدُ الذي لا يُمكِنُ أنْ يوجَدَ فيهِ صوتٌ هوَ الفضاءُ، لخلوِّهِ منَ المادّةِ. ليسَ هنالكَ سوى الفراغِ. فعلى القمرِ، لا يستطيعُ روّادُ الفضاءِ أنْ يسمعَ بعضُهم بعضًا. وخلافًا لما تُظهِرُهُ أفلامُ الخيالِ العلميِّ، فإنَّ المَركباتِ الفضائيّةَ لا تُحدِثُ أصواتًا.



مَوجاتٌ منْ كلِّ الأنواعِ

سبقَ أنْ ذكرْنا أنَّ الصوتَ هوَ مَوجةٌ صوتيّةٌ. ولكنَّ الكلمةَ «مَوجات» تُستعمَلُ أيضًا في مجالاتٍ أخرى: نتحدّثُ عنْ مَوجاتٍ لاسلكيّةٍ، ومَوجاتٍ تلفزيونيّةٍ، ومَوجاتٍ للهواتفِ المحمولةِ... في الواقعِ، إنَّ كلَّ هذهِ المَوجاتِ، فضلًا عنْ نورِ الشمسِ، تشكّلُ جزءًا ممّا ندعوهُ المَوجاتِ الكهرَمَغنَطيسيّةَ، التي خلافًا للمَوجاتِ الصوتيّةِ، تستطيعُ الانتقالَ في فراغِ الفضاءِ. ولذلكَ نستطيعُ رؤيةَ الضوءِ الآتي منَ النجومِ أو الاتّصالَ عبرَ مَوجاتِ اللاسلكيِّ بالأقمارِ الاصطناعيّةِ.



الصوتُ يستغرقُ وقتًا



هنالكَ فرقٌ آخَرُ ما بينَ المَوجاتِ الصوتيّةِ والمَوجاتِ الكهرَمَغنَطيسيّةِ، وهوَ السرعةُ. ففي الهواءِ، ينتشرُ الصوتُ بسرعةِ 340 مترًا في الثانيةِ. بينَما تسيرُ المَوجاتُ الكهرَمَغنَطيسيّةُ أسرعَ بكثيرٍ فتبلغُ 300000 كيلومترٍ في الثانيةِ، ما يعادلُ مليونَ ضِعفٍ تقريبًا!

الصوتُ والضوءُ

عندَ هبوبِ عاصفةٍ، ترى البرقَ أوّلًا، وبعدَ ثوانٍ تسمعُ الرعدَ، علمًا أنَّهما ينطلقانِ في الوقتِ نفسِهِ، تقريبًا كالشعلةِ وطقطقةِ عودِ الثِقابِ. لنتخيّلْ أنَّ الفرقَ ما بينَ البرقِ والرعدِ عشرُ ثوانٍ. فكما رأيْنا سابقًا، إنَّ النورَ هوَ مَوجةٌ كهرَمَغنَطيسيّةٌ تسيرُ بسرعةِ 300000 كيلومترٍ في الثانيةِ. فهيَ سريعةٌ جدًّا بحيثُ إنَّنا نشاهدُ البرقَ فورَ انطلاقِهِ. ولكنَّ الصوتَ يسيرُ بسرعةِ 340 مترًا في الثانيةِ. ففي عشرِ ثوانٍ يقطعُ إذًا، 340 × 10 = 3400 مترٍ. على هذهِ المَسافةِ حصلَ البرقُ.



عندَما يُتعتِعُ الصوتُ

تصوّرْ أنَّكَ في الجبلِ أمامَ جُرفٍ صخريٍّ، تصرخُ: «هِيْ، هو!». بعدَ بضعِ ثوانٍ، ستسمعُ صوتَكَ يتردّدُ، وذلكَ لأنَّ هذا الجُرفَ قدْ أعادَ الصوتَ تقريبًا، كما يُعيدُ الحائطُ الكرةَ التي ترتطمُ بهِ. الصوتُ الذي عادَ يُسمّى **الصدى**.





جدارُ الصوتِ

قدْ تُحدِثُ طائرةٌ دويًّا كبيرًا نسمّيهِ **انفجارًا**، إذا تجاوزَتْ سرعتُها سرعةَ الصوتِ. وذلكَ غالبًا ما تُحدِثُهُ الطائراتُ الحربيّةُ. ولكنْ، لحُسنِ الحظِّ، قليلًا ما نسمعُ الانفجارَ، لأنَّ التعليماتِ تُعطى للطيّارينَ بعدمِ تجاوزِ سرعةِ الصوتِ فوقَ المناطقِ المأهولةِ بالسكّانِ.



أسطورةٌ

الكلمةُ «écho»، أيِ الصدى، يونانيّةُ الأصلِ. تروي الأسطورةُ أنَّ صبيّةً تُسمّى إكو Écho أرادَتْ إغواءَ زوس Zeus، ملكِ الآلهةِ. ولكنَّ زوجتَهُ أدركَتِ نيّتَها، فسحرَتْها: لقدْ حرمَتْها النُطقَ وأجبرَتْها على تَردادِ ما يقولُهُ مُحدِّثُها. وبذلكَ حدَّتْ منْ قدرتِها على التحدّثِ!

بطاقةُ هُويّةِ صوتٍ

يُمكِنُ أنْ يكونَ الصوتُ قويًّا نوعًا ما؛ وخفيضًا أو حادًّا نوعًا ما... وهكذا فإنَّ الأصواتَ تُعرَّفُ بعددٍ منَ المُميِّزاتِ التي يُمكِنُنا إدراكُها وقياسُها.

المُستوى الصوتيُّ: عضلاتُ الصوتِ

يُمكِنُ أنْ يكونَ الصوتُ قويًّا نوعًا ما. يعتمدُ ذلكَ على مُستواهُ الصوتيِّ الذي يُقاسُ بالدِسيبيلِ ورمزُهُ dB. يُماثِلُ صفرُ دِسيبيلٍ أضعفَ صوتٍ تستطيعُ الأُذُنُ البشَريّةُ سماعَهُ. ولكنْ، حتّى في الأريافِ الأكثرِ هدوءًا، هنالكَ على الأقلِّ عشرونَ دِسيبيلًا تصدرُ عنِ الأغصانِ التي يحرِّكُها الهواءُ.
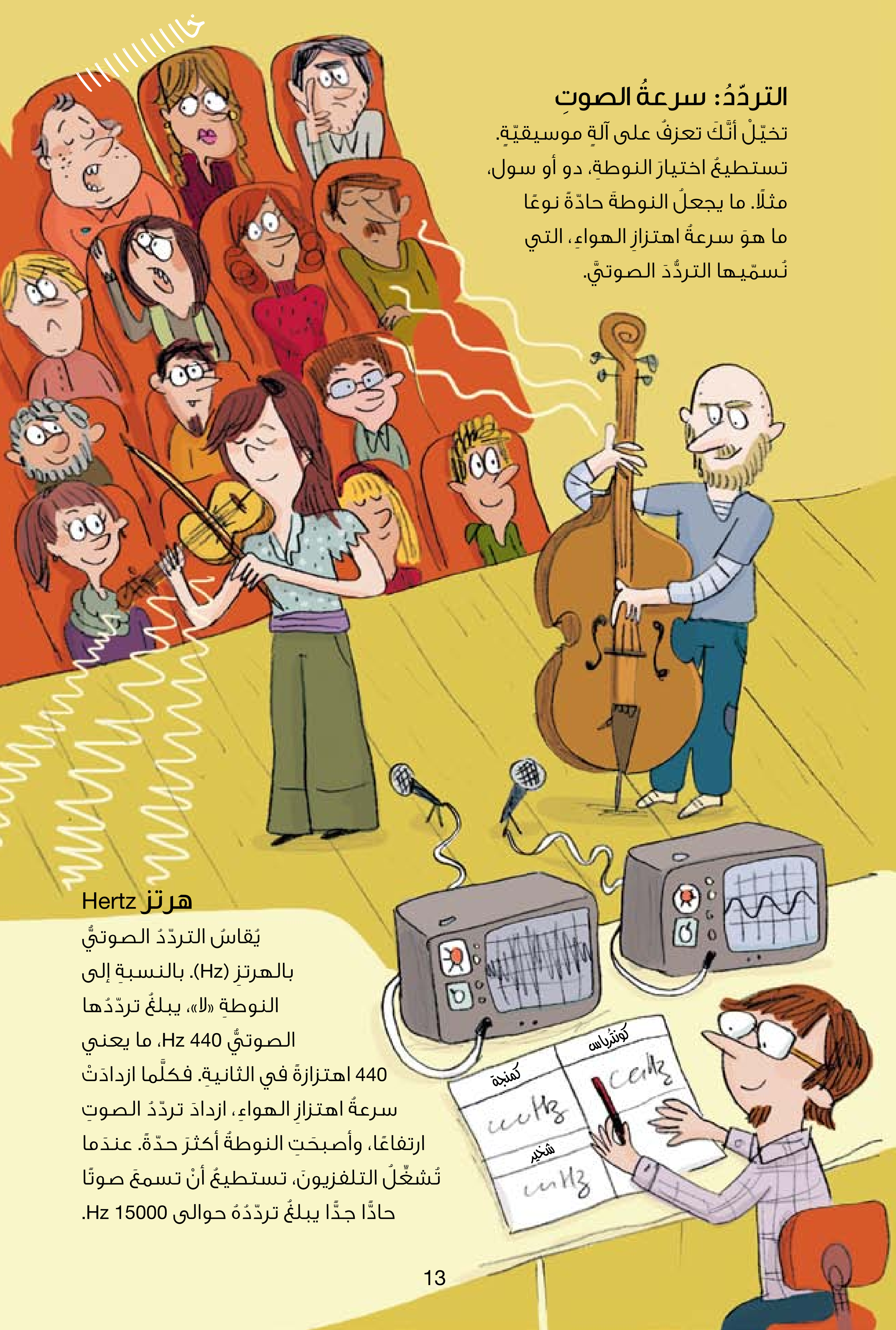




سُلَّمُ المُستوياتِ

عندَما تتكلّمُ يكونُ مُستوى صوتِكَ 70 dB تقريبًا. فإذا صرخْتَ يرتفعُ إلى حوالي 80 dB. أمّا الثقّابةُ فيُمكِنُها إحداثُ صوتٍ يصلُ إلى حدودِ 120 dB، ممّا يجعلُهُ مُزعِجًا. إذا تجاوزَتِ الأصواتُ هذا الحدَّ، فقدْ تُسبِّبُ الضررَ للأُذُنِ. وهنالكَ أصواتٌ أقوى منْ ذلكَ؛ فثمّةَ انفجارٌ قدْ يصلُ إلى مُستوى 150 dB، وغناءُ حوتٍ في الماءِ يُمكِنُهُ أنْ يتجاوزَ 180 dB، لذلكَ منَ الأفضلِ ألّا نكونَ قربَهُ!

التردّدُ: سرعةُ الصوتِ

تخيّلْ أنَّكَ تعزفُ على آلةٍ موسيقيّةٍ. تستطيعُ اختيارَ النوطةِ، دو أو سول، مثلًا. ما يجعلُ النوطةَ حادّةً نوعًا ما هوَ سرعةُ اهتزازِ الهواءِ، التي نُسمّيها التردُّدَ الصوتيَّ.



هرتز Hertz

يُقاسُ التردّدُ الصوتيُّ بالهرتزِ (Hz). بالنسبةِ إلى النوطةِ «لا»، يبلغُ تردّدُها الصوتيُّ 440 Hz، ما يعني 440 اهتزازةً في الثانيةِ. فكلَّما ازدادَتْ سرعةُ اهتزازِ الهواءِ، ازدادَ تردّدُ الصوتِ ارتفاعًا، وأصبحَتِ النوطةُ أكثرَ حدّةً. عندَما تُشغِّلُ التلفزيونَ، تستطيعُ أنْ تسمعَ صوتًا حادًّا جدًّا يبلغُ تردّدُهُ حوالى 15000 Hz.

الأصواتُ التي لا تُسمَعُ

لا يسمعُ الإنسانُ سوى الأصواتِ التي تُراوِحُ ما بينَ الـ 20 Hz والـ 20000 Hz تقريبًا. ولكنْ، هنالكَ أصواتٌ أقلُّ انخفاضًا وأُخرى أكثرُ حدّةً. فما دونَ الـ 20 Hz تُسمّى **ما تحتَ السمْعِ**. والتي تتجاوزُ الـ 20000 Hz هيَ **ما فوقَ السمْعِ**. وهذهِ الأصواتُ التي لا قدرةَ للإنسانِ على سماعِها، يستطيعُ الكثيرُ منَ الحيواناتِ سماعَها. فالأفيالُ والحيتانُ تسمعُ ما تحتَ السمْعِ، والكلابُ والخفافيشُ والكثيرُ منَ الحشراتِ تسمعُ جيّدًا جدًّا ما فوقَ السمْعِ.







رنّةُ الصوتِ: شكلُ الاهتزازِ

لكيْ تعزفَ الموسيقى تستطيعُ استعمالَ آلاتٍ مُتنوِّعةً: الناي، والقيثارةِ، والپيانو، والهارمونيكا... الفرقُ بينَ مُختلِفِ الآلاتِ التي تُصدِرُ النوطةَ نفسَها، وعلى المُستوى الصوتيِّ نفسِهِ، هوَ رنَّةُ الصوتِ. والأمرُ نفسُهُ يُطبَّقُ على الأصواتِ. فإذا كنْتَ قادرًا على تمييزِ صوتِ كلٍّ منْ رفقائِكِ عبرَ الهاتفِ فلأنَّ كلَّ صوتٍ يمتازُ برنّةٍ مُختلِفةٍ عنْ غيرِها. وترتبطُ رنّةُ الصوتِ بـ«شكلِ» اهتزازِ الهواءِ.

الأصواتُ ما تحتَ السمْعِ

الأصواتُ ما تحتَ السمْعِ هيَ أصواتٌ خفيضةٌ جدًّا، ذاتُ اهتزازٍ أدنى منْ 20 Hz. الناسُ لا يسمعونَها، غيرَ أنَّها في كلِّ مكانٍ. ومصادرُها مُتعدِّدةٌ، فقدْ تُصدرُها سيّارةٌ تسيرُ، أو مِروَحةٌ تدورُ، أو أيُّ آلةٍ ضخمةٍ في المصانعِ...

تأثيراتُ الأصواتِ ما تحتَ السمْعِ

إذا كنْتَ قدْ حضرْتَ حفلةً موسيقيّةً، فقدْ لاحظْتَ بالتأكيدِ أنَّ الأصواتَ شديدةَ الانخفاضِ تهزُّ مَعِدتَكَ. أمّا الأصواتُ ما تحتَ السمْعِ فأسوأُ منْ ذلكَ، لأنَّ باستطاعتِها هزَّ كلِّ أعضاءِ الجسمِ، كالرئتَينِ أوِ القلبِ. وقدْ تُسبِّبُ إزعاجًا إذا كانَتْ قويَّةً جدًّا. يشعرُ بعضُ الناسِ بالغثيانِ وهم يتوجّهونَ في سيّارةٍ، وقدْ تسوءُ حالتُهم بسببِ الأصواتِ ما تحتَ السمْعِ التي تصدرُ عنْ دَوَرانِ العجَلاتِ على الطريقِ.



الأصواتُ ما تحتَ السمْعِ بلا حدودٍ

هلْ سبقَ لكَ أنْ كنْتَ يومًا على بُعدِ بضعِ مئاتٍ منَ الأمتارِ عنْ حفلةٍ موسيقيّةٍ تُقامُ في الهواءِ الطَلقِ؟ إذا كانَ ذلكَ قدْ حصلَ، فقدْ لاحظْتَ، بالتأكيدِ، أنَّ ما يُسمَعُ بشكلٍ أفضلَ، هوَ الـ«بوم بوم»، شديدُ الانخفاضِ. وتفسيرُ ذلكَ أنَّ الصوتَ كلَّما كانَ خفيضًا، انتشرَ بعيدًا. وبالعودةِ إلى الأصواتِ ما تحتَ السمْعِ، ولأنَّ تردّداتِها هيَ في مُنتَهى الانخفاضِ، فإنَّ باستطاعتِها الانتشارَ على أبعدِ مَسافةٍ، على عشراتٍ، بلْ مئاتِ الكيلومتراتِ.



الانفجاراتُ حولَ العالَمِ

يُحدِثُ ثورانُ البراكينِ أصواتًا ما تحتَ السمْعِ تنتشرُ على مَسافةِ آلافِ الكيلومتراتِ. وهذا ما تُحدِثُهُ أيضًا الانفجاراتُ النوويّةُ.

حتّى ولوْ كنّا بمنأى حاليًّا عنْ حربٍ نوويّةٍ (ولحسنِ الحظِّ!)، فقدْ يخطرُ لبعضِ البلدانِ تجربةُ قنابلَ نوويّةٍ بتفجيرِها سرًّا. ولمعرفةِ ما إذا كانَتْ تفجيراتٌ مُماثِلةٌ تحدثُ، يركّزُ العسكريّونَ أجهزةً تلتقطُ الأصواتَ ما تحتَ السمْعِ في كلِّ مكانٍ منَ العالمِ تقريبًا. وهذهِ الأجهزةُ تمكّنُهم منَ اكتشافِ أيِّ تفجيرٍ نوويٍّ قدْ يحصُلُ في الطرفِ الآخَرِ منْ كوكبِنا.



الأصواتُ ما فوقَ السمْعِ

الأصواتُ ما فوقَ السمْعِ حادّةٌ جدًّا بتردُّدٍ صوتيٍّ يفوقُ 20000 Hz. وهيَ، كالأصواتِ ما تحتَ السمْعِ، لا يسمعُها الإنسانُ، ولكنَّها، معَ ذلكَ، مُستعمَلةٌ في الكثيرِ منَ المجالاتِ.

الراداراتُ والسوناراتُ

يستعملُ رجالُ الأمنِ **الرادارَ** لقياسِ سرعةِ السيّاراتِ. فهذا الجهازُ يُرسِلُ مَوجاتٍ لاسلكيّةً يعكِسُها هيكلُ السيّارةِ. وتِبعًا للصدى الذي يتلقّاهُ الجهازُ، يقومُ باحتسابِ سرعةِ المركبةِ. ونستطيعُ الحصولَ على النتيجةِ نفسِها إذا أرسلْنا عوضًا عنِ المَوجاتِ اللاسلكيّةِ، مَوجاتٍ صوتيّةً نسمّيها **السوناراتِ**.



الرؤيةُ منْ خلالِ السمْعِ



يُرسِلُ السونارُ أصواتًا ما فوقَ السمْعِ، عندَما تصطدمُ بعائقٍ تعودُ أصداؤُها. وكلَّما بَعُدَ العائقُ، استغرقَتِ الأصداءُ وقتًا لتعودَ. ومنْ خلالِ الوقتِ الذي تحتاجُ إليْهِ لتعودَ، نستطيعُ أنْ نُعيدَ إظهارَ شكلِ العائِقِ الذي اصطدمَتْ بهِ الأصواتُ ما فوقَ السمْعِ. يُستخدَمُ هذا النظامُ في العديدِ منَ التطبيقاتِ.

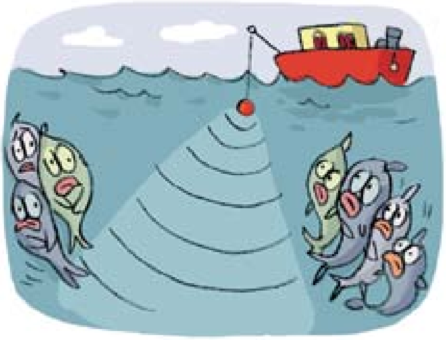


رؤيةُ الأجنّةِ

مثلًا، لرؤيةِ الطفلِ قبلَ ولادتِهِ، تُصَوَّرُ المرأةُ الحاملُ **صورةً صوتيّةً**. وهيَ نوعٌ منَ السونارِ.

يُرسِلُ الجهازُ أصواتًا ما فوقَ السمْعِ إلى بطنِ المرأةِ الحاملِ، فيقومُ جسمُ الجنينِ بإعادتِها. وهذا ما يسمحُ بإعادةِ تكوينِ صورتِهِ.

أعماقُ البحارِ



ويُستعمَلُ السونارُ في البواخرِ، أيضًا. تُرسَلُ أصواتٌ ما فوقَ السمْعِ إلى الماءِ، وبحسبِ تأخُّرِ الصدى، يُعطينا الجهازُ مقدارَ العمقِ تحتَ الماءِ. أمّا بواخرُ صيدِ السمكِ فيُستخدَمُ السونارُ فيها أيضًا لاكتشافِ أسرابِ السمكِ.



صورةُ باطنِ الأرضِ

عندَما يُرادُ تشييدُ بنايةٍ، فلا بدَّ منْ معرفةِ تكوينِ باطنِ الأرضِ. وهنا، أيضًا، يُستعمَلُ السونارُ. تقومُ آلةٌ بهزِّ التربةِ، وبحسبِ الأصداءِ التي يتمُّ تلقّيها، يُستنتَجُ تكوينُ مُختلِفِ الطبقاتِ الجيولوجيّةِ.

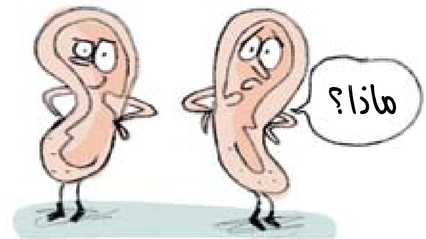
إختبارٌ في الصوتِ

1. لماذا لنا أُذُنانِ وليسَ واحدةٌ؟

أ– لأنَّ الأُذُنَ اليُمنى تسمعُ الأصواتَ الخفيضةَ، والأُذُنَ اليُسرى الأصواتَ الحادّةَ.

ب– هذا يسمحُ للدماغِ بمعرفةِ ما إذا كانَ الصوتُ يأتي منَ اليسارِ أو منَ اليمينِ.

ج– إذا كانَتْ إحدى الأُذُنَينِ مسدودةً، نستطيعُ أنْ نسمعَ بالأُخرى.



2. ما هيَ الطبلةُ؟

أ– غِشاءٌ رقيقٌ موجودٌ في عمقِ الأُذُنِ، ويرتجُّ بفعلِ وجودِ الصوتِ.

ب– ثَقبٌ موجودٌ في الأُطُرِ الصوتيّةِ يضخِّمُ الأصواتَ الخفيضةَ.

ج– آلةٌ موسيقيّةٌ منَ البيرو على شكلِ الأُذُنِ.

3. لا يوجَدُ أصواتٌ في الفضاءِ:

صحيحٌ أم خطأٌ؟



4. إذا مرَّتْ ثلاثُ ثوانٍ بينَ البرقِ والرعدِ خلالَ العاصفةِ، فعلى أيِّ مَسافةٍ تقريبيّةٍ حصلَ البرقُ؟



أ– 1 كلم.

ب– 100 م.

ج– 3 كلم.

5. ما هيَ الأصواتُ «ما تحتَ السمْعِ»؟

أ– أصواتٌ مُنخفِضةٌ جدًّا.

ب– في جَوقةٍ، أصواتُ المُغنّينَ التي تُصدِرُ النوطاتِ الأكثرَ انخفاضًا.

ج– أصواتٌ مُنخفِضةُ الترددِ جدًّا لا يسمعُها الإنسانُ.



6. ونحنُ نتقدّمُ في السنِّ نشعرُ أكثرَ فأكثرَ بصعوبةِ سَماعِ:

أ– الأصواتِ الحادّةِ.

ب– الأصواتِ الخفيضةِ.

7. إبتداءً منْ أيِّ عددٍ منَ الدِسيبيلِ تصبحُ الأُذُنُ مُهدَّدةً بفُقدانِ السمْعِ؟

أ– 50 دِسيبيلًا.

ب– 120 دِسيبيلًا.

ج– 200 دِسيبيلٍ.

8. ما هوَ الطنينُ؟

أ- نوعٌ منَ الفراشاتِ يُصدِرُ أصواتًا حادّةً عندَ تحريكِ الأجنحةِ.

ب- جهازُ سمْعٍ للصُمِّ.

ج- صوتٌ نتوهّمُ أنّنا سمعْناهُ في آذانِنا، فيما لا صوتَ في الخارجِ.



9. ما هيَ أقدمُ الآلاتِ الموسيقيّةِ المعروفةِ؟

أ- مزاميرُ منْ عظامِ العصافيرِ تعودُ إلى 25000 عامٍ.

ب- طبلاتٌ أفريقيّةٌ محفورةٌ في جذوعِ أشجارٍ، في عصرِ يسوعَ المسيحِ.

ج- قيثاراتٌ مُستعمَلةٌ في المسارحِ الإغريقيّةِ القديمةِ.



10. ماذا تعني الكلمةُ ستراديفاريوس Stradivarius؟

أ- إسمَ مُؤلّفٍ اخترعَ نوطاتِ السُلّمِ الموسيقيِّ.

ب- الصوتَ الأكثرَ حدّةً الذي تستطيعُ مُغنّيةٌ إصدارَهُ.

ج- نوعًا منَ الكمنجاتِ منْ نوعيّةٍ جيّدةٍ جدًّا مصنوعًا في القرنِ الثامنَ عشَرَ.

11. لماذا تزقزقُ العصافيرُ؟

أ- الإناثُ هيَ التي تزقزقُ لإغراءِ الذكورِ وحمايةِ صغارِها.

ب- الذكورُ هيَ التي تزقزقُ لجَذبِ الإناثِ وإبعادِ الذكورِ الأُخرى.

ج- الإناثُ تزقزقُ بقدرِ الذكورِ للتعبيرِ عنْ فرحِها في الحياةِ.

12. للعصافيرِ لهَجاتٌ، كما للبشَرِ.

- صحيحٌ.

- خطأٌ.



13. كيفَ يَصيدُ الخُفّاشُ الحشَراتِ؟

أ- يُصدِرُ أصواتًا عاليةً تصرعُها.

ب- يُصدِرُ ما فوقَ الصوتِ، ثمَّ يسمعُ الصدى العائدَ منَ الحشَرةِ.

ج- يسمعُ الضجيجَ الذي تُحدثُهُ الحشَرةُ بأجنحتِها وهيَ تطيرُ.

14. ماذا نُسمّي ظاهرةَ ارتدادِ الأصواتِ منْ على جدرانِ صالةٍ؟

أ- الترجيعَ.

ب- إخمادَ الطنينِ.

ج- تسجيلَ الصوتِ.

15. لماذا يُستعمَلُ الإطارُ الصوتيُّ؟

أ– لتركيزِ مُكبِّراتِ الصوتِ، فقطْ.

ب– لزيادةِ الأصواتِ الحادّةِ.

ج– لزيادةِ الأصواتِ الخفيضةِ.



16. ما هوَ الصوتُ «الرقميُّ»؟

أ– الصوتُ الذي يُحدثُهُ الموسيقيّونَ الذينَ يعزفونَ منْ دونِ مُكبِّرٍ.

ب– صوتُ الأُسطُواناتِ القديمةِ 33 دورةً.

ج– صوتٌ حُوِّلَ إلى أرقامٍ في مِلفٍّ كُمبيوترٍ أو جهازٍ إلكترونيٍّ.

17. إلامَ تعودُ العبارةُ (MP3)؟

أ– إلى كونِنا نسمعُ الموسيقى عبرَ ثلاثةِ مُكبِّراتٍ للصوتِ.

ب– إلى الطريقةِ التي استُعمِلَتْ لضغطِ الصوتِ الرقميِّ ليحتلَّ مِساحةً أقلَّ في الآلةِ.

ج– إلى الأحرفِ الأُولى ممّا يلي: «mini-portable trois en un».

18. ما هيَ المُزامَنةُ اللاحقةُ للأصواتِ في فِلمٍ؟

أ– مُهندِسُ الصوتِ يُرسِلُ تسجيلاتِهِ عبرَ المحطّةِ.

ب– عازفٌ يعزفُ خلالَ عرضِ الفِلمِ.

ج– يُعيدُ المُمثِّلونَ تسجيلَ الحواراتِ بعدَ تصويرِ الفِلمِ.

الإجاباتُ

1 ـ ب

2 ـ أ

3 ـ صحيحٌ، فليسَ منْ مادّةٍ هنالكَ.

4 ـ أ– بما أنَّ الصوتَ يسيرُ بسرعةِ 340 مترًا في الثانيةِ، يقطعُ في ثلاثِ ثوانٍ
340 × 3 = 1020 مترًا

5 ـ ج

6 ـ أ

7 ـ ب

8 ـ ج

9 ـ أ

10 ـ ج

11 ـ ب

12 ـ صحيحٌ. لأنَّها تتعلّمُ الزقزقةَ منْ مُحيطِها.

13 ـ ب. إنَّهُ يُسمّى السونارَ.

14 ـ أ

15 ـ ج

16 ـ ج

17 ـ ب

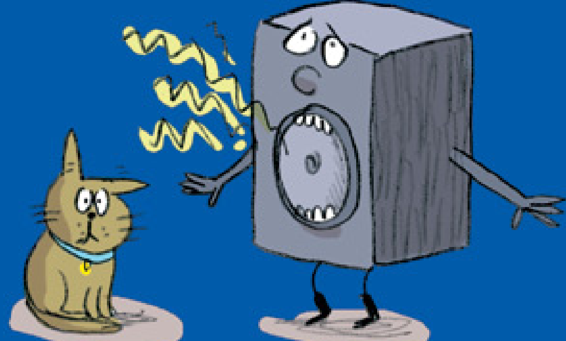
18 ـ ج

فهرس

الصوت خطوة... خطوة

زقزقاتُ عصافيرَ، وصرخاتٌ في ملعبِ المدرسةِ، ودرّاجاتٌ ناريّةٌ تُقلِعُ كالإعصارِ... نحنُ مُحاطونَ بشكلٍ دائمٍ بأصواتٍ مُحبّبةٍ أو مكروهةٍ، ولطيفةٍ أو ثاقبةٍ. عِلمُ الأصواتِ، يساعدُنا على معرفةِ كيفَ تصدرُ الأصواتُ، وكيفَ نسمعُها وكيفَ تنتشرُ. نستعينُ بعِلمِ الأصواتِ لتجهيزِ صالاتِ الحفلاتِ الموسيقيّةِ، ولصناعةِ السيّاراتِ، وللطبِّ أيضًا...

ما تحتَ السمعِ، وما فوقَ السمعِ، ورادارات، وسونارات، وتصويرٌ صوتيٌّ: تجدُ في هذا الكتابِ جميعَ أسرارِ الأصواتِ، حتّى الأكثرِ غرابةً، كتلكَ التي يُحدِثُها سمكُ الرنكةِ ليظلَّ مُتجمّعًا...



www.samirediteur.com

ISBN 978-9953-31-473-0

9 789953 314730

في السلسلة نفسها:

الفضــــاء خطوة... خطوة

الاختراعـات خطوة... خطوة

وسائل النقل خطوة... خطوة